

AN: PAT 1979-47361B
TI: Low weight rotor, for electrical machines is a recessed permanent magnet moulded from barium hexa:ferrite, polypropylene and lubricant
PN: DE2756626-A
PD: 21.06.1979
AB: A rotor for an electrical machine is a cylindrical permanent magnet on a shaft and with a number of circumferentially spaced poles. It has internal coaxial recesses and the poles lie on the cylindrical shell at the points of min. distance between those recesses and the shell. The rotor is produced by placing the shaft in a mould, and moulding a permanently magnetic mix. of 90% barium hexaferrite, 6.5% polypropylene, and aluminium stearate round it. Weight of permanent magnet is very low compared with its magnetic properties.;
PA: (PHIG) PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH;
IN: MOSLENER M;
FA: DE2756626-A 21.06.1979; DE2756626-C 19.08.1982;
CO: DE;
IC: H02K-001/22; H02K-015/02;
MC: A04-G03E; A12-E08; L03-B02;
DC: A17; A85; L03; V06; X11;
PR: DE2756626 19.12.1977;
FP: 21.06.1979
UP: 19.08.1982

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑤

Int. Cl. 2:

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

H 02 K 1/22

H 02 K 15/02

DEUTSCHES PATENTAMT

**DE 27 56 626 A 1**

⑪

Offenlegungsschrift**27 56 626**

⑫

Aktenzeichen:

P 27 56 626.3-32

⑬

Anmeldetag:

19. 12. 77

⑭

Offenlegungstag:

21. 6. 79

⑯

Unionspriorität:

⑯ ⑰ ⑱

⑯

Bezeichnung: Rotor und Verfahren zu seiner Herstellung

⑰

Anmelder: Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg

⑰

Erfinder: Moslener, Manfred, Dipl.-Ing., 2000 Tangstedt

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

- 1 -

Patentansprüche:

1. Rotor für eine elektrische Maschine in Form eines zylindrischen, in Umfangrichtung mehrpolig lateral magnetisierten Dauermagnetkörpers auf einer Welle, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauermagnetkörper (1) in seinem Inneren koaxial angeordnete Hohlräume aufweist und die Magnetpole auf dem Zylindermantel (10) an den Stellen des geringsten Abstands zwischen den Hohlräumen und dem Zylindermantel liegen.
2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauermagnetkörper (1) an mindestens einer Stirnseite (12) eine ringförmige Ausnehmung (5, 7) aufweist, deren dem Zylindermantel (10) des Dauermagnetkörpers zugewandte Wände mit gleichmäßig über ihren Umfang verteilten, axial verlaufenden Ausbuchtungen (11) versehen sind, denen gegenüber die Magnetpole auf dem Zylindermantel des Dauermagnetkörpers liegen.
3. Rotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden (9) der ringförmigen Ausnehmungen (5, 7) Durchbrechungen (19, 19') am Ort und in der Anzahl der Magnetpole aufweist.
4. Rotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrechungen (19) kreisförmige Bohrungen sind.
5. Rotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrechungen (19') Löcher mit einem Querschnitt in Form eines gleichseitigen Dreiecks sind.
6. Rotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbuchtungen (11) eine solche Geometrie aufweisen, daß sich beim Betrieb des Rotors eine ventilatorartige Luftströmung einstellt.

PHD 77-154

809825/0487

be

- 2 -

ORIGINAL INSPECTED

2756626

7. Rotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbuchtungen (11) eine sägezahnförmige Geometrie mit Zähnen ungleicher Kantenlänge aufweisen.
8. Rotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (3) durch den zentralen Kern (23) des Dauermagnetkörpers (1) hindurchgeführt ist oder in ihm endet.
9. Verfahren zur Herstellung eines Rotors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für den Dauermagnetkörper (1) ein pulverförmiges magnetisches Material mit Kunststoff zu einer Masse gemischt wird, die anschließend durch einen Spritz-, Preß- oder Spritzgießprozeß um die in das Formwerkzeug eingelegte Welle (3) herumgeformt und mit dieser während des Formgebungsprozesses fest verbunden wird und daß während des Formgebungsprozesses für den Dauermagnetkörper ein der gewünschten Magnetisierung entsprechendes Richtmagnetfeld zur Erzeugung einer magnetischen Vorzugsrichtung angelegt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als magnetisches Material keramisches Dauermagnetpulver verwendet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Bariumhexaferrit- und/oder Strontiumhexaferritpulver mit 60 bis 70 % Korngrößenanteil von etwa 1/_{um} verwendet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Kunststoff Polyolefine verwendet werden, insbesondere Polypropylen oder Polyäthylen.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelkomponenten in der Masse für den Dauermagnetkörper in folgender Verteilung enthalten sind:

PHD 77-154

be

909825/0487

Kunststoff	6	-	15	Gew.%
Magnetisches Material	81	-	92	Gew.%
Gleitmittel	2	-	4	Gew.%

14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Richtmagnetfeld durch Dauermagnete, insbesondere Samarium-Kobalt-Magnete, mit einem Rückschlußring erzeugt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die fertigen Rotoren entsprechend den bereits vorgegebenen Polen induktiv nachmagnetisiert werden.

PHD 77-154
be

- 4 -

909825/0487

Rotor und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Rotor für eine elektrische Maschine in Form eines zylindrischen, in Umfangrichtung mehrpolig lateral magnetisierten Dauermagnetkörpers auf einer Welle sowie auf ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Rotors.

5 Aus der DE-PS 965 464 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors für einen elektrischen Generator oder Motor und insbesondere für Fahrraddynamos bekannt, bei welchem die Welle mit Hilfe von Metallpulver in dem zylindrischen magnetischen Rotorkörper aus Keramik dadurch befestigt wird, daß sie durch den auf das 10 Metallpulver ausgeübten Preßdruck gehalten wird oder daß dem Metallpulver als Zusatz ein nach einer bestimmten Zeit aushärtendes Klebemittel zugesetzt wird.

Dieses Verfahren der Befestigung der Welle in dem magnetischen Rotorkörper ist verhältnismäßig aufwendig und erfordert nicht nur 5 wegen der Forderung nach einer hohen Genauigkeit der Winkellage der Welle zum magnetischen Rotorkörper einen hohen Vorrichtungsaufwand. Es ist für eine Großserienfertigung auch nachteilig, daß dieses Verfahren zur Herstellung von Rotoren nur schwierig automatisiert werden kann. da unterschiedliche Vorrichtungen für die 0 Fertigung der keramischen Rotorkörper und die weiteren Bearbeitungsschritte, wie Befestigen der Welle und Magnetisieren des Rotorkörpers erforderlich sind.

Weitere Nachteile ergeben sich darüberhinaus aber auch aus der Formgebung des Dauermagnetkörpers. Ein Vollzylinder hat, insbesondere 5 wenn er aus Keramik besteht, ein verhältnismäßig hohes Gewicht,

2756626

was bei zu bewegenden Teilen - zu denken ist an das Drehen eines Rotors oder bei einem Fahrraddynamo auch an das Verschwenken bei In- oder Außerbetriebnahme - von Nachteil ist.

5 Speziell bei einem mehrpolig lateral zu magnetisierenden zylindrischen Körper kommt ein weiteres Problem hinzu: Es läßt sich bei einer Großserienfertigung u.U. nicht vermeiden, daß die einzelnen Pole Schwankungen ihrer Polstärken aufweisen. Diese Schwankungen können bei dem fertigen Werkstück in Form eines Vollzylinders kaum korrigiert werden.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Rotor zu schaffen und ein Verfahren für die Herstellung eines solchen Rotors anzugeben, wobei das Gewicht des Dauermagnetkörpers im Vergleich zu Rotoren des Standes der Technik bei gleichen magnetischen Eigenschaften erheblich verringert ist.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Dauermagnetkörper in seinem Inneren koaxial angeordnete Hohlräume aufweist und die Magnetpole auf dem Zylindermantel an den Stellen des geringsten Abstands zwischen den Hohlräumen und dem Zylindermantel liegen.

20 Insbesondere weist der Dauermagnetkörper an mindestens einer Stirnseite eine ringförmige Ausnehmung auf, deren dem Zylindermantel des Dauermagnetkörpers zugewandte Wände mit gleichmäßig über ihrer Umfang verteilten, axial verlaufenden Ausbuchtungen versehen sind, denen gegenüber die Magnetpole auf dem Zylindermantel des Dauermagnetkörpers liegen.

25

PHD 77-154

be

- 6 -

909825/0487

2756626

Das Verfahren zur Herstellung eines Rotors gemäß der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für den Dauermagnetkörper ein pulverförmiges magnetisches Material mit Kunststoff zu einer Masse gemischt wird, die anschließend durch einen Spritz-, 5 Preß- oder Spritzgießprozeß um die in das Formwerkzeug eingelegte Welle herumgeformt und mit dieser während des Formgebungsprozesses fest verbunden wird und daß während des Formgebungsprozesses für den Dauermagnetkörper ein der gewünschten Magnetisierung entsprechendes Richtmagnetfeld zur Erzeugung einer magnetischen Vor- 10 zugsrichtung angelegt wird.

Ist der Rotor gemäß Anspruch 2 mit ringförmigen Ausnehmungen versehen und hat der Boden dieser Ausnehmungen gemäß den Ansprüchen 3 bis 5 außerdem noch Durchbrechungen am Ort und in der Anzahl 15 der Magnetpole, ergibt sich der Vorteil, daß nicht unbeträchtliche Materialmengen eingespart werden und der Rotor dadurch erheblich leichter wird.

Dadurch, daß gemäß Anspruch 2 die dem Zylindermantel des Dauermagnetkörpers zugewandten Wände der Ausnehmungen mit gleichmäßig über ihren Umfang verteilten axial verlaufenden Ausbuchtungen versehen sind, 20 denen gegenüber die Magnetpole auf dem Zylindermantel des Dauermagnetkörpers liegen, ergibt sich die vorteilhafte Möglichkeit, den Feldlinienverlauf auch über die Geometrie des Magneten zu beeinflussen.

Die Durchbrechungen am Boden der ringförmigen Ausnehmungen gemäß den Ansprüchen 3 bis 5 und die Geometrie der Ausbuchtungen gemäß Anspruch 25 2 und insbesondere gemäß den Ansprüchen 6 und 7 führen zu einer guten Kühlung des Rotors während des Betriebes in einer elektrischen Maschine, haben aber außerdem den Vorteil, daß das Werkstück, also der Dauermagnetkörper, durch die vergrößerte Oberfläche bei der 30 Fertigung z.B. durch Spritzgießen oder Spritzpressen von Dauermagnetmassen mit thermoplastischen Kunststoffen, welches ja bekanntlich bei Temperaturen erfolgt, bei denen die thermoplastischen Kunststoffe fließfähig sind, sehr viel schneller abkühlt als ein Vollzylinder. Damit kann der Fertigungsprozeß erheblich beschleunigt werden, da die Pressen schneller geleert und wieder gefüllt werden können.

PHD 77-154 be

- 7 -

909825/0487

COPY

2756626

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß neben einer beträchtlichen Materialeinsparung an dauer-magnetischem Material sehr viel leichtere Rotoren mit gleichen magnetischen Eigen-schaften wie sie Rotoren mit Dauermagnetkörpern in Form eines Voll-zylinders haben, erzeugt werden können. Durch das geringe Gewicht eines solchen Rotors ergibt sich der Vorteil eines gegenüber den bekannten Rotoren sehr viel geringeren Trägheitsmomentes beim An-laufen eines Motors mit einem erfindungsgemäßen Rotor bzw. beim Verschwenken und Drehen eines Fahrraddynamos gemäß der Erfindung.

10 Die weiteren mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin, daß der Fertigungsprozeß viel einfacher automatisierbar ist, also für eine Großserienfertigung besonders gut geeignet ist, denn es können mehrere Arbeitsgänge, wie z.B. das Fertigen des Dauermag-15 netkörpers und das Einsetzen der Welle kombiniert werden. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß schon während der Formgebung des Dauermagnetkörpers in diesem eine mag-20 netische Vorzugsrichtung erzeugt wird, die als endgültige Magneti-sierung praktisch ausreicht. Wird eine zusätzliche Nachmagneti-sierung am fertigen Rotor vorgenommen, können die magnetischen Eigenschaften noch verbessert werden.

Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben und ihre Wirkungsweise erläutert. Es zeigen

Fig. 1 Draufsicht auf einen Rotor gemäß der Erfindung;
Fig. 2 Schnitt durch den Rotor gemäß Fig. 1 entsprechend
25 der Linie II-II;
Fig. 3 Draufsicht auf einen Fahrraddynamo gemäß der Erfindung;
Fig. 4 Schnitt durch den Fahrraddynamo gemäß Fig. 3 entsprechend
der Linie IV-IV;
Fig. 5 und 6 Draufsichten auf weitere Ausführungsbeispiele von
30 Rotoren gemäß der Erfindung.

PHD 77-154
be

- 8 -

909825/0487

COPY

2756626

In den Fig. 1 und 2 ist ein Rotor gemäß der Erfindung dargestellt, mit einem Dauermagnetkörper 1 und einer Welle 3. Der zylindrische Dauermagnetkörper 1 hat ringförmige Ausnehmungen 5 und 7 mit Ausbuchtungen 11, wobei die Anzahl und der Ort der Ausbuchtungen 11 so gewählt ist, daß sie der im Dauermagnetkörper 1 erzeugten magnetischen Pole S und N entsprechen. Durch eine solche geometrische Ausgestaltung des Dauermagnetkörpers 1 kann dem Feldlinienverlauf 13 in optimaler Weise entsprochen werden.

In den Fig. 3, 4 und 5 sind Ausführungsformen von Dauermagnetkörpern 1 für Rotoren oder Fahrraddynamos dargestellt, die sich dadurch auszeichnen, daß sie noch leichter an Gewicht sind als die Ausführungsform gemäß Fig. 1, da weiteres Material durch Herausarbeiten von Durchbrechungen 19 oder 19' am Boden der ringförmigen Ausnehmungen 5 und 7 eingespart wurde. Ausführungsformen dieser Art haben den weiteren Vorteil, daß sie durch die vergrößerte Oberfläche während des Betriebes nicht so warm werden wie z.B. Dauermagnetkörper in Form eines Vollzylinders.

Soll der Dauermagnetkörper 1 für einen Rotor verwendet werden, wird die Welle 3 durch den zentralen Kern 23 des Dauermagnetkörpers hindurchgeführt, soll der Dauermagnetkörper 1 hingegen für einen Fahrraddynamo verwendet werden, endet die Welle 3 im zentralen Kern 23 des Dauermagnetkörpers 1.

In Fig. 6 ist ein Dauermagnetkörper 1 dargestellt, der - ebenso wie die bereits beschriebenen Dauermagnetkörper - sowohl für Rotoren als auch für Fahrraddynamos verwendet werden kann und der sich dadurch auszeichnet, daß die dem Zylindermantel 10 des Dauermagnetkörpers 1 zugewandten Wände der Ausnehmungen 5 und 7 (in Fig. 6 ist nur die Ausnehmung 5 sichtbar) Ausbuchtungen 11 in sägezahnförmiger Geometrie mit Zähnen ungleicher Kantenlänge aufweisen. Hierdurch ergibt sich beim Umlaufen des Rotors oder Dynamos in einer elektrischen Maschine eine ventilatorartige Kühlwirkung.

PHD 77-154

be

909825/0487

- 9 -

2756626

Ein Verfahren zur Herstellung von Rotoren oder Fahrraddynamos der beschriebenen Ausführungsformen kann folgendermaßen ausgeführt werden:

5 Die Welle 3, z.B. aus Stahl, ist derart mit einem Dauermagnetkörper 1 fest verbunden, daß um die Welle 3, die in ein Formwerkzeug für den Dauermagnetkörper 1 eingesetzt wurde und das entsprechend der gewünschten Formgebung des Dauermagnetkörpers gestaltet ist, eine daueragnetische Masse aus keramischem Dauermagnetpulver, z.B. Bariumhexaferrit, gemischt mit einem thermoplastischen Kunststoff, z.B. Polypropylen, und Gleitmittel, z.B. Aluminium-Stearat, herumgespritzt oder herumgepreßt wird. Die Masse für den Dauermagnetkörper besteht vorzugsweise aus 6,5 Gew.% Polypropylen, 90 Gew.% Bariumhexaferrit einer Korngrößenverteilung zwischen > 1 und $320 \mu\text{m}$ mit Größenordnungsmäßig 90 % Kornanteil von etwa $1 \mu\text{m}$ und 15 3,5 Gew.% Aluminium-Stearat. In einem beheizten Kneter wird diese Masse mit einer Temperatur von etwa 170 bis 210°C gemischt, anschließend granuliert und dann in ein Formwerkzeug bei einer Temperatur von 230 bis 290°C gespritzt, in welches die Welle 3 bereits eingesetzt ist und an welches ein magnetisches Richtfeld von ~ 3 bis 20 7 kG , vorzugsweise 7 kG , entsprechend der gewünschten Magnetisierung des Dauermagnetkörpers angelegt ist. Dieses Richtfeld kann z.B. mit Samarium-Kobalt-Magneten mit einem Rückschlußring aufgebaut sein und erzeugt im Dauermagnetkörper eine magnetische Vorzugsrichtung.

25 Auf diese Weise hergestellte Dauermagnetkörper hatten folgende magnetische Kenngrößen:

Remanenz B_r (mT) 220 (Mittelwert); 270 (Maximalwert)

Koerzitivfeldstärke H_i (kA/m) 220 (Mittelwert); 280 (Maximalwert)

30 Werden die Dauermagnetkörper nach Fertigstellung mittels einer Induktionsmagnetisierung nachmagnetisiert, ergeben sich um ungefähr 6 % bessere Werte für die magnetische Induktion im Vergleich zu den entsprechenden Werten bei Dauermagnetkörpern aus isotropen keramischen Magnetmassen.

35 Zur besseren mechanischen Halterung in dem um sie herumgespritzten oder gepreßten Dauermagnetkörper 1 kann die Welle 3 mit einer im Befestigungsbereich strukturierten Oberfläche 21 versehen sein.

809825/0487

PHD 77-154 be

2756626 Fig 1

Nummer:
Int. Cl. 2:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

27 58 626
H 02 K 1/22
19. Dezember 1977
21. Juni 1979

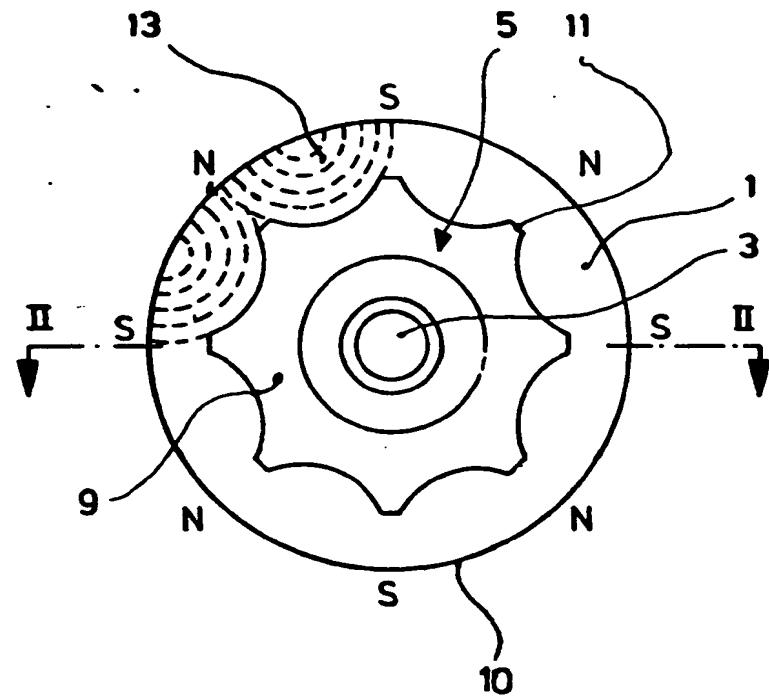
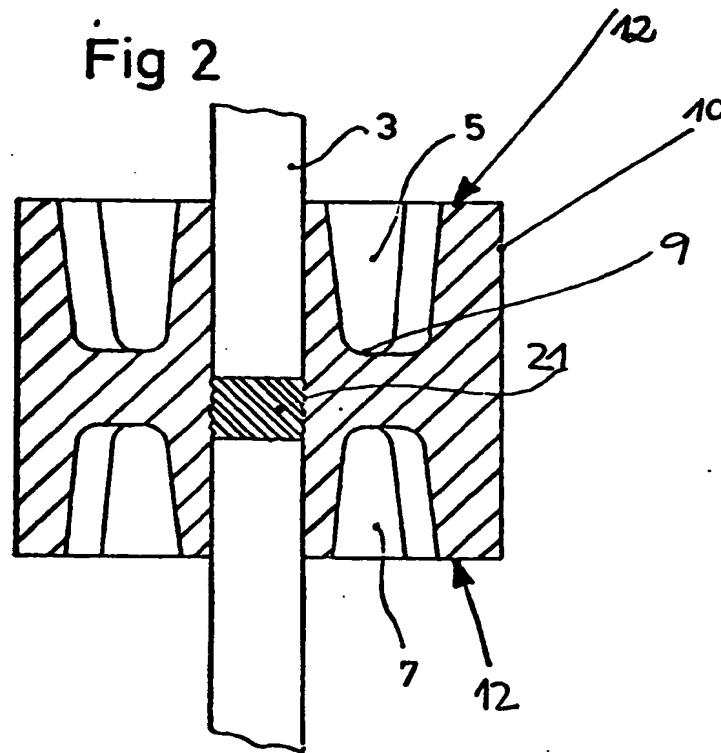


Fig 2



909825/0487

Bezugszeichenliste

-10-

2756626

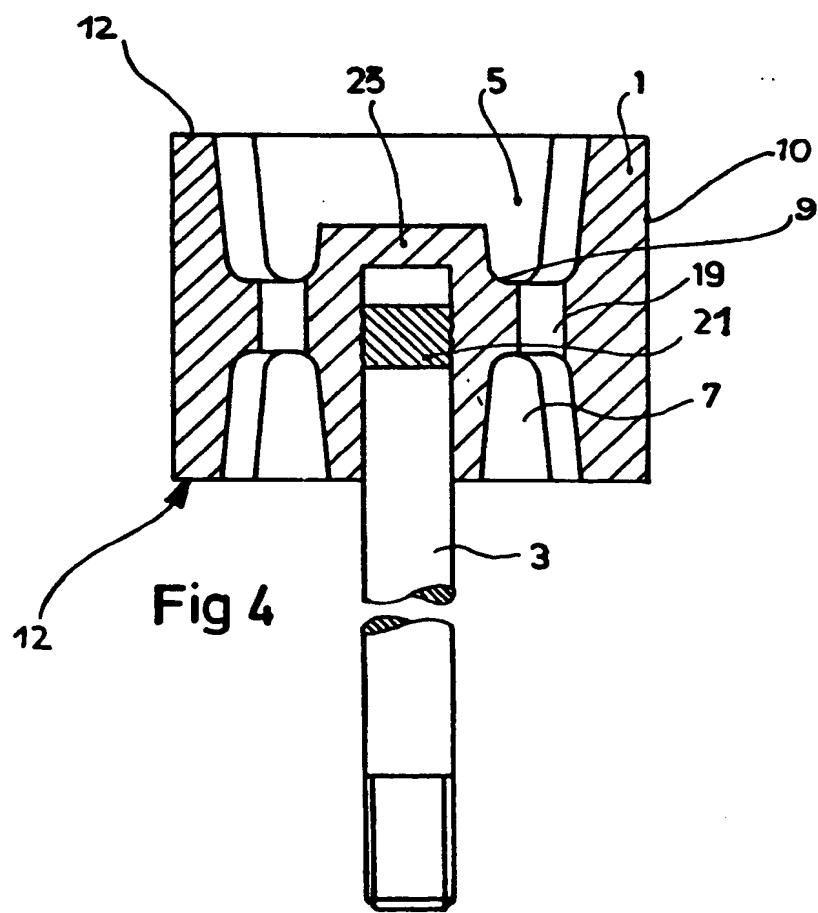
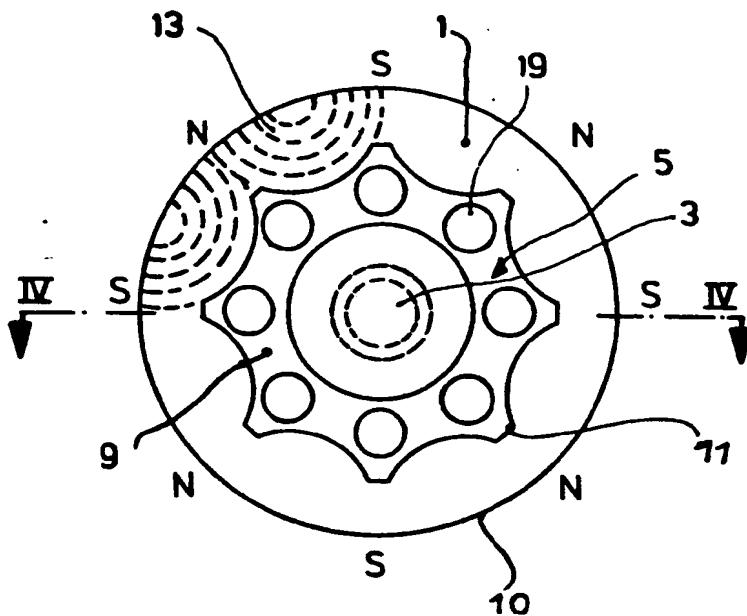
- 1 Dauermagnetkörper
- 3 Welle
- 5 } ringförmige Ausnehmung
- 7 }
- 9 Boden der ringförmigen Ausnehmung
- 10 Zylindermantel
- 11 Ausbuchtung
- 12 Stirnseiten
- 19 } Durchbrechung
- 19' }
- 21 strukturierte Oberfläche
- 23 zentraler Kern des Dauermagnetkörpers

PHD 77-154

be

909825/0487

Fig 3



999825/0487

Fig 5

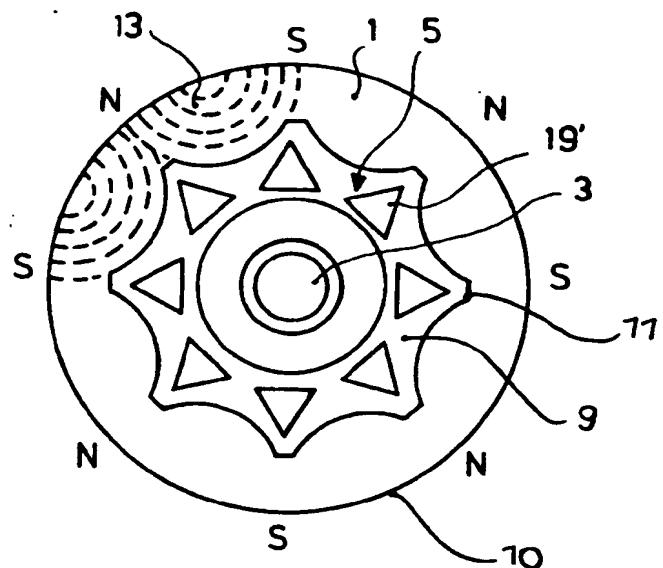
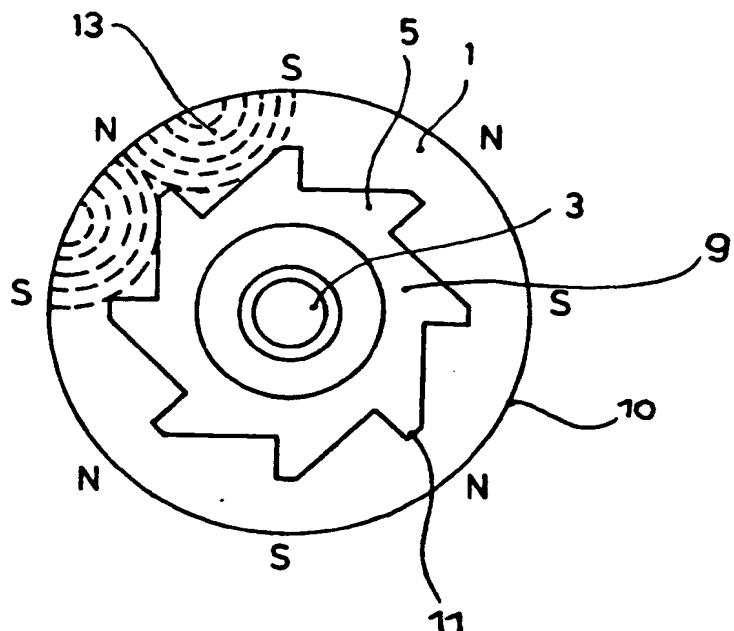


Fig 6



809825/0487